

Paragraph 0023 of reference 2, as indicated by the Examiner, describes as follows:

"This invention is characterized by carrying out a friction stir welding process, which softens the surface of an aluminum casting material by bringing the surface into contact with a rapidly rotating probe. Thus, this surface is softened and stirred in its solid phase condition without being melted and then is cooled and hardened. Accordingly, this friction stir welding process allows the metal structure of the portion treated thereby to be refined, and the mechanical strength and the fatigue strength to be increased. As a result, the durability of various products composed of an aluminum casting material is increased. In addition, the modifying is easily carried out by this friction stir welding process. Also, it is easy to apply this surface modifying on a portion of a member. Further, the weight does not increase, because this surface modifying is carried out without any additional material."

BEST AVAILABLE COPY

PAGE 3842 , RCV'D AT 5/25/2005 8:58:37 PM [Eastern Daylight Time] , SVR: FAXCLT01/3 , DNI: 1307 , CSID: 81335881397 , DURATION (mm-ss): 17-00

Reference 2

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10183316 A**

(43) Date of publication of application: **14.07.98**

(51) Int. Cl

C22F 1/04

B22D 29/00

(21) Application number: **08345789**

(22) Date of filing: **25.12.96**

(71) Applicant:

SHOWA ALUM CORP

(72) Inventor:

**ENOMOTO MASATOSHI
TAZAKI SEIJI
NISHIKAWA NAOKI
HASHIMOTO TAKENORI**

(54) SURFACE MODIFYING METHOD FOR ALUMINUM CASTING MATERIAL

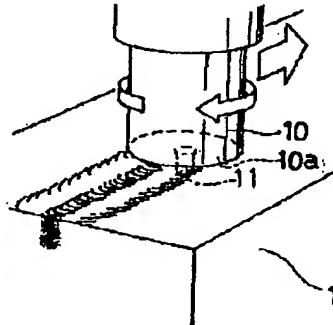
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve fatigue strength and durability of a casting material by applying a friction and agitation welding process bring into contact a high speed rotating probe with the surface of an Al casting material and softening it with friction heat.

SOLUTION: The blow-mentioned process is applied to the part necessitating modification on the surface of the Al casing material 1, particularly a corner part and rugged part easily generating stress concentration. The probe 11 is further pressed and inserted into the casing material 1 while bringing into contact the probe 11 of the high speed rotating friction and agitation welding equipment with the surface of the casting material 1 and softening and plasticizing the part. When the end surface 10a of a supporting body 10 is abutted to the surface of the casting material 1, the probe 11 is transferred over the range necessitating surface modification under this state. By this way, the surface of the casting material 1 is successively softened, agitated, cooled and solidified in the part coming into contact with the probe 11 and its periphery. At the same time, the cooled and solidified surface is rubbed with

the end surface 10a of the supporting body, and the surface is smoothed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-183316

(43) 公開日 平成10年(1998)7月14日

(51) Int.Cl.
C 22 F 1/04
B 22 D 29/00

識別記号

F I
C 22 F 1/04
B 22 D 29/00A
G

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平8-345789

(22) 出願日 平成8年(1996)12月25日

(71) 出願人 000186843
昭和アルミニウム株式会社
大阪府堺市海山町6丁224番地

(72) 発明者 楢本 正敏
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 田崎 清司
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 西川 直毅
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 清水 久義 (外2名)

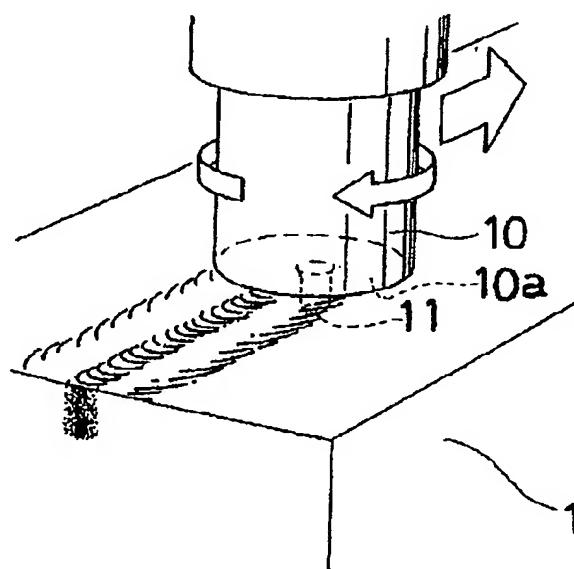
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム鋳物材の表面改質法

(57) 【要約】

【課題】 疲れ強さに優れ、耐久性に優れたアルミニウム鋳物材を提供する。

【解決手段】 アルミニウム鋳物材の表面に、高速回転するプローブを接触させて摩擦熱にて軟化させる摩擦攪拌溶接処理を施して、アルミニウム鋳物材の表面を改質する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウム鋳物材の表面に、高速回転するプローブを接触させて摩擦熱にて軟化させる摩擦搅拌溶接処理を施すことを特徴とするアルミニウム鋳物材の表面改質法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、アルミニウム鋳物材の表面改質法に関する。

【0002】 なお、この明細書において、「アルミニウム」の語はアルミニウム及びその合金を含む意味で、「鋳物材」の語はダイカスト材を含む意味で用いる。

【0003】

【従来の技術及び解決しようとする課題】 例えば自動車のエンジンプロックや、射出成形金型等は、成形の容易性、コスト面等の理由からアルミニウム鋳物材で製作される場合が多い。

【0004】 しかしながら、アルミニウム鋳物材は疲れ強さに劣り、繰り返し荷重によって早期に破損しやすいという欠点があった。しかも、鋳肌表面の凹凸が著しいため、例えばエンジンプロックのコーナー部のような高応力が作用する部位では応力集中による割れの起点となるというような欠点もあった。

【0005】 この発明は、このような欠点を解消するためになされたものであって、疲れ強さに優れ、耐久性に優れたアルミニウム鋳物材を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、この発明は、アルミニウム鋳物材の表面に摩擦搅拌溶接処理を施すことにより、アルミニウム鋳物材の表面を改質しようというものである。

【0007】 即ち、この発明は、アルミニウム鋳物材の表面に、高速回転するプローブを接触させて摩擦熱にて軟化させる摩擦搅拌溶接処理を施すことを特徴とするアルミニウム鋳物材の表面改質法を要旨とするものである。

【0008】 この発明において用いるアルミニウム鋳物材の種類は限定されることはなく、純アルミニウム系、Al-Si系合金、Al-Mg系合金、Al-Cu-Si系合金、Al-Cu-Mg-Si系合金、Al-Mg-Si系合金等のJIS規格アルミニウム鋳物材やその他の鋳物材の中から、用途との関係で適宜選択使用すれば良い。

【0009】 摩擦搅拌溶接処理は、高速回転するプローブを用いて行うものである。図1に、摩擦搅拌溶接装置を用いて溶接を行う場合の一例を示す。この装置は、径大の円筒型支持体(10)の端部軸線上に径小の円柱状プローブ(11)が突出して一体に設けられたものであり、支持体(10)を高速回転させることによりプローブ

（11）も同時に高速回転させうるものとなされている。

【0010】 前記プローブ(11)は、アルミニウム鋳物材(1)の表面に生じる摩擦熱によって鋳物材表面を軟化し、自らは固体のまま移動しつつ軟化した鋳物材表面を搅拌するものである。従って、その材質は、アルミニウム鋳物材(1)よりも融点が高く、また硬度の高いものが好ましく、例えば溶接時に発生する摩擦熱に耐えうる例えばSKD61等によって形成されている。

【0011】 一方、前記支持体(10)は、そのプローブ突出側の端面(10a)をアルミニウム鋳物材(1)の表面に当接され、回転しながらアルミニウム鋳物材(1)の表面上をプローブ(11)とともに移動するものであり、プローブ(11)の挿入部分から軟化した鋳物材が飛散するのを防止する。従って、支持体(10)を構成する材料は、プローブ(11)に匹敵する融点及び硬度を備えた材質であることが好ましい。

【0012】 而して、この支持体(10)のプローブ突出側の端面(10a)がアルミニウム鋳物材(1)の表面に当接した状態で回転しつつ移動するから、軟化後冷却固化したアルミニウム鋳物材におけるプローブ挿入部分が支持体(10)の移動に伴って研磨を受けたのと同じになり、優れた表面平滑性が得られる。

【0013】 上記の摩擦搅拌溶接装置を用いて、アルミニウム鋳物材の表面における改質が必要な部位、特に応力集中を生じ易いコーナー部や凹凸部に対して、搅拌溶接を行う。具体的には、高速回転する摩擦搅拌溶接装置のプローブ(11)を、アルミニウム鋳物材(1)の表面に接触させて接触部分を軟化可塑化させながら、さらにプローブ(11)を押し付けてプローブ(11)をアルミニウム鋳物材の内部に挿入していく。支持体(10)の端面(10a)がアルミニウム鋳物材(1)の表面に当接するまでプローブ(11)を挿入する。

【0014】 そして、この状態で、表面改質の必要な範囲に渡ってプローブ(11)を移動させる。プローブの回転により、プローブとの接触部分及びその周辺において、アルミニウム鋳物材の表面が軟化搅拌されるとともに、プローブ(11)の移動に伴う離間によって、軟化搅拌部分が冷却固化する。この現象がプローブ(11)の移動に伴って順次繰り返されていく。同時に、冷却固化された鋳物材の表面が、支持体(10)の端面(10a)によって擦られ、優れた表面平滑性が得られる。

【0015】 ここに、アルミニウム鋳物材に対するプローブ(11)の挿入深さが浅すぎると、表面改質が不十分となり、深すぎても表面改質の効果は変わらないことから、プローブ(11)の挿入深さは1~3mmに設定するのが良い。また、プローブ(11)の回転速度が小さすぎると、アルミニウム鋳物材の軟化搅拌が困難となり、逆に大きすぎると、過度に搅拌してアルミニウム材の飛散等を生じるため、プローブ(11)の回転速度は

1000～2000 rpmに設定するのが良い。また、プローブ(11)の移動が速すぎると効率が低下する一方、速すぎると軟化搅拌が不十分となるため、プローブ(11)の移動速度は10～30 cm/分とするのが良い。

【0016】上記のような摩擦搅拌溶接処理によれば、アルミニウム铸物材の表面は溶融することなく、固相状態のまま軟化搅拌して冷却硬化するから、表面を溶融して改質する場合に比べて、金属組織が微細となり、伸び及び韌性が向上するとともに、疲れ強さが向上する。また、表面を溶融して改質する場合のような、铸物材の内部ガスがプローホールを形成したりするような不都合もない。

【0017】

【実施例】次に、この発明の実施例を説明する。

【0018】JISAC4Cからなる縦200mm×横50mm×肉厚10mmのアルミニウム铸物材を铸造した。

【0019】次に、該アルミニウム铸物材の表面を、摩擦搅拌溶接処理した。具体的には、図1に示した摩擦搅拌溶接装置のプローブ(11)を高速回転させた状態で、アルミニウム铸物材の表面に垂直に挿入するとともに、支持体(10)のプローブ側端面(10a)をアルミニウム铸物材表面に当接させた。プローブ(11)はSKD61からなるものを用いるとともに、プローブの外径は2mm、回転速度は1500 rpm、挿入深さは2mmとした。

【0020】次いで、プローブ(11)を、アルミニウム铸物材の表面全体に対して20cm/分の速度で均一に移動させた。

【0021】こうして表面改質を行ったアルミニウム铸

物材と、表面改質を行わなかったアルミニウム铸物材につき、表面粗さ計により表面粗度(最大高さR_{max})を測定するとともに、引張と圧縮を交互に10⁷回繰り返して、疲れ限度を測定した。

【0022】その結果、表面改質を行った本発明実施品は、R_{max} = 4.0 μm、疲れ限度は10.5 kg/m²であったのに対し、表面改質を行わなかった従来品は、R_{max} = 6.4 μm、疲れ限度は7.0 kg/mm²であった。従って、本発明によれば、疲れ強さを向上できることを確認し得た。

【0023】

【発明の効果】この発明は、上述の次第で、アルミニウム铸物材の表面に、高速回転するプローブを接触させて摩擦熱にて軟化させる摩擦搅拌溶接処理を施すことを特徴とするものであるから、アルミニウム铸物材の表面を溶融させることなく、固相状態のまま軟化搅拌して冷却硬化させることができる。従って、摩擦搅拌溶接処理を施した部位の金属組織を微細にでき、機械的強度を向上できることともに、疲れ強さを向上できる。その結果、アルミニウム铸物材からなる各種製品の耐久性を向上できる。また、摩擦搅拌溶接処理を施すことによって改質を行うものであるから容易に実施でき、部材の一部分のみの表面改質も容易である。さらに、この表面改質は他の材料を付与して行うものではないから、重量増加も生じない。

【図面の簡単な説明】

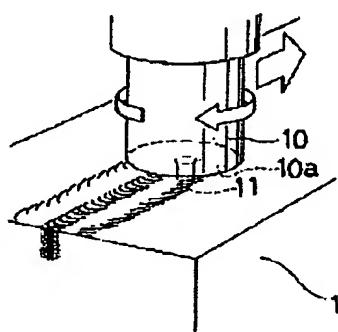
【図1】摩擦搅拌溶接装置を用いて処理を行っている状態の斜視図である。

【符号の説明】

1…アルミニウム铸物材

11…プローブ

【図1】



(4)

特開平10-183316

フロントページの続き

(72)発明者 橋本 武典
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内